

高等学校教学用书

仪表控制系统

GAODENG

YONGSHU



冶金工业出版社

高等学校教学用书

仪表控制系统

北京科技大学 吴庆明 主编

6/25/21

冶金工业出版社

B 191210



高等学校教学用书

仪表控制系统

北京科技大学 吴庆明 主编

*

冶金工业出版社出版

(北京北河沿大街荣和园北楼39号)

新华书店总店科技发行所发行

冶金工业出版社印刷厂印刷

*

787×1092 1/16 印张 19 字数 453千字

1991年6月第一版 1991年6月第一次印刷

印数00,001~3,000册

ISBN 7-5024-0838-X

TH·149(课)定价4.90元

前 言

本书是自动化仪表专业教学用书,是在总结多年来教学和科研经验的基础上,并参阅了大量国内外文献编写而成的。

随着工业生产的发展,生产过程的自动化水平不断地提高,自动化仪表及其装置组成的仪表控制系统也随之得到了广泛的应用。

仪表控制系统的工程设计,首先是运用控制理论分析现有系统的优劣,其次是分析各类冶金对象的工艺特点,再结合生产实践提出来的各种问题,确定仪表控制系统的一般设计原则。最后选择各类仪表构成控制系统,完成仪表控制系统工程设计任务。与此同时进行检测仪表、调节器、调节阀等设计计算、参数设定和选型。

集散系统(即集散型综合仪表控制系统)是近年来微型计算机技术引入仪表装置的结果。它是把控制技术、显示技术、计算技术、图像技术和通信技术融为一体的新型控制装置。它具有反馈控制、顺序控制、批量控制等多种功能。系统采用管理集中、控制分散(即危险分散)的结构形式。本书还讲述了单回路数字调节器、现场控制站、操作站、通信系统的构成原理及设计。集散系统代表了自动化仪表向系统化、多样化、智能化、分散化、小型化方向发展。而自动控制系统的发要“以微型机应用为核心,以分散型控制系统为重点”,是仪表行业“七五”计划中的重点攻关项目。

本书第一章至第三章由刘国俊编写,第四章至第十一章由吴庆明编写,全书由吴庆明主编。本书初稿曾邀请有关专家进行了审阅,东北工学院官贤令、中南工业大学刘元扬、昆明工学院曾祥镇、北京钢铁学院分院官毓家、华东冶金学院陈昌炽以及北京科技大学的徐树栋、赵家贵、王绍纯等同志提出了不少宝贵意见,在此向上述同志表示衷心的感谢。由于作者水平所限,书中难免有错误或不当之处,敬请读者批评指正。

编 者

1989.11

目 录

1 自动化仪表在冶金生产过程中的应用	1
1.1 概 述	1
1.2 自动化仪表在高炉炼铁生产过程中的应用	1
1.3 自动化仪表在转炉炼钢生产过程中的应用	9
1.4 自动化仪表在连铸生产过程中的应用	14
1.5 自动化仪表在轧钢生产过程中的应用	19
1.6 自动化仪表在有色金属冶炼生产过程中的应用	25
2 单回路仪表控制系统分析	35
2.1 概 述	35
2.2 单回路仪表控制系统	36
2.3 对象特性的测量及数据处理	41
2.4 对象特性对系统控制质量的影响	57
2.5 执行器的选择	66
2.6 测量滞后对控制质量的影响	84
2.7 调节器的选择及参数整定	89
2.8 控制系统之间的相互影响	93
2.9 自动控制系统的参数整定	96
3 串级仪表控制系统	107
3.1 串级控制系统的基本概念	107
3.2 串级控制系统的特点	109
3.3 串级控制系统的应用	114
3.4 串级控制系统主、副回路的选择	116
3.5 串级控制系统中主、副调节器的选择	118
3.6 串级系统调节器参数的整定方法	120
4 流量比值调节系统	123
4.1 流量比值调节系统的特点	123
4.2 流量比值调节系统方案	128
4.3 比值调节系统应用举例	138
4.4 比值系数的计算	138
4.5 比值调节系统的参数整定	142
5 其它仪表调节系统	144
5.1 前馈仪表调节系统	144
5.2 选择性控制系统	151
5.3 分程控制系统	154

5.4 纯滞后补偿调节系统.....	155
6 集散型仪表控制系统的组成	168
6.1 集散型仪表控制系统的发展.....	168
6.2 集散型仪表控制系统的特点.....	173
6.3 集散型仪表控制系统的总体设计.....	180
6.4 集散型仪表控制系统总体方案.....	184
6.5 集散型仪表控制系统的功能.....	185
7 现场控制站	189
7.1 现场控制站的组成及工作原理.....	189
7.2 现场控制站的主要功能.....	197
7.3 系统组态.....	208
7.4 单回路数字调节器.....	211
8 集散型仪表控制系统操作站	221
8.1 概述.....	221
8.2 新型人机接口装置——操作站.....	222
8.3 操作站的硬件构成.....	223
8.4 操作站显示内容及主要功能.....	226
8.5 各种画面、趋势记录和报警功能.....	229
8.6 BASIC 程序功能.....	238
9 数据通信	242
9.1 过程控制系统中数据通信的特点.....	242
9.2 集散系统中数据通信的任务及主要的技术要求.....	244
9.3 通信网络的构成及控制.....	246
9.4 通信网络的阶层与协议.....	250
9.5 通信总线举例和光纤通信系统.....	254
10 集散系统工程设计	259
10.1 常规模拟仪表控制系统工程设计.....	259
10.2 集散系统工程设计.....	264
11 集散系统在冶金生产中的应用	273
11.1 集散系统在高炉炼铁生产过程中的应用.....	273
11.2 集散系统在加热炉生产中的应用.....	278
11.3 集散系统在均热炉生产中的应用.....	283
附录1 电动调节阀主要系列尺寸	286
附录2 过程检测和控制流程图用图形符号和文字代号	287
参考文献	297

1 自动化仪表在冶金生产过程中的应用

1.1 概 述

目前世界上冶金生产的发展非常迅速。一些工业先进国家,钢的年产量多在一亿吨以上,有色金属的产量也很大。我国冶金生产同其它经济部门一样,在今后的一段时期里将会有很大的发展。冶金工业的发展与整个工业的全面发展是分不开的。其中电子工业及自动化仪表行业与冶金生产更是有着十分密切的关系。在冶金工业的发展中,是与矿石及原材料的预处理技术、高炉的大型化、纯氧顶吹及底吹炼钢技术、连续铸钢、热连轧及冷连轧、有色金属冶炼及加工技术的飞速发展分不开的。而自动化技术和自动化仪表的应用给冶金生产的发展和产品质量的提高创造了条件。

整个冶金生产基本上是在高温下进行的。生产必须供给大量的能量,除供给固体、气体和液体的燃料外,还得供给大量的风、水、汽、电等多种能源。如高炉冶炼需要大量的焦炭、煤粉、热风、蒸汽、冷却水及电力,所以冶金工业又是巨大的能源消耗企业。

为保证冶金生产的正常进行,提高产品的质量和数量,并尽可能地节约能源,为此而发展起来的自动检测技术和仪表控制系统得到了广泛的应用。自动化仪表是实现冶金生产自动化的重要工具。

自七十年代以来,国内冶金工业应用的仪表种类非常复杂,有的使用DDZ-Ⅰ型仪表,有的使用DDZ-Ⅱ型仪表,也有的企业引入电子计算机进行集中监视与控制。总起来看,常规仪表控制系统占绝大多数。由于冶金生产的特殊性,如环境恶劣、高温高压、多粉尘、连续生产等,一旦出现故障就会给生产及人身安全带来严重后果。所以生产过程自动控制系统的组成,除与其它部门有着共同要求以外,还得特别注意其可靠性及稳定性,尤其是用于冶金生产中的特殊检测仪表及控制设备,要求能够长期连续地在恶劣环境下较好地运行。利用仪表组成的系统必须根据对象特性、工艺要求及工业自动化仪表的特点来进行合理设计,以保证冶金生产过程能够在优质、高效和安全的条件下进行。

1.2 自动化仪表在高炉炼铁生产过程中的应用

1.2.1 概述

1.2.1.1 炼铁生产工艺简介

A 生铁的冶炼

高炉炼铁是在高温条件下,使铁矿石或精矿粉经受一系列的物理化学变化,使金属与其它杂质分离,从而得到金属铁。达到高温所需的热能,通常是由燃料燃烧提供的。

高炉的主要原料是铁矿石、烧结矿、焦炭和石灰石等。在冶炼过程中,将原料从炉顶装入,从风口不断鼓入900~1200℃的热风,使焦炭燃烧,生成二氧化碳,并放出大量热能,使炉料温度升高,随后二氧化碳又遇焦炭,被还原成一氧化碳,大量一氧化碳气体使

炉内呈现还原气氛。在高温和还原气氛中，铁被还原，生成互不相溶的流动熔融金属和熔渣，同时产生炉气和烟尘，当炉缸内铁水和炉渣达到一定数量时，先后打开渣口和铁口，使熔渣和铁水分别流出，完成生铁的冶炼过程。

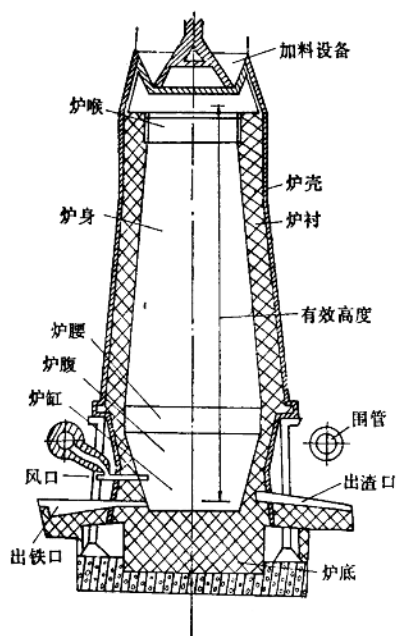


图 1-1 高炉结构简图

B 高炉结构

高炉结构简图如图 1-1 所示。它由炉喉、炉身、炉腰、炉腹和炉缸五部分所组成。高炉外面用钢架和钢板炉壳包起来，并采用汽化冷却或水冷却。钢架起到支承负荷的作用。内部用耐火砖砌筑成炉衬。炉膛的形状是中间大，上下两头小，这符合炉料自上而下运动时，受热膨胀体积增大，而最后熔化成液态时体积缩小的规律。也符合气体自下而上运动时，由于温度逐渐降低而体积缩小的规律。

1.2.1.2 炼铁生产对自动化仪表的要求

为炼铁生产服务的各种仪表设备和控制系统都处于高温条件下工作，因此要求仪表的温度稳定性要好。由于高炉是连续生产的，仪表也应具有良好的时间稳定性。高炉经常喷出腐蚀性气体，故要求仪表的抗腐蚀能力强。在高炉的生产环境中还存在着大量金属粉尘、水蒸汽以及振动和噪声。所以高炉生产中使用的仪

表与控制系统，最重要的是具有良好的稳定性及可靠性，能长期正常运行。

1.2.2 高炉热工参数的检测

高炉生产中仪表的任务是保持生产正常进行，对炉体装置进行保护，对危险信号进行监视，对各种数据进行收集并处理，在一旦发生异常情况时，必须考虑安全措施，尽可能减少对生产影响，并使生产迅速恢复正常。

设置高炉检测项目的目的是反映高炉生产工艺过程各参数的变化情况，对出现的异常情况采取措施，并尽可能地提高产量和节约能源。

高炉检测参数示意图如图 1-2 所示。它包括炉喉温度、炉身温度、炉腹温度、炉基温度、炉顶温度、热风温度、炉顶煤气温度以及炉身静压等。同时还有炉顶煤气分析、料位、料速和炉衬腐蚀程度等检测参数。

1.2.2.1 炉体温度检测

炉体温度检测示意图见图 1-3，它包括：

炉顶煤气温度： $T_{101} \sim T_{104}$ ；

炉喉温度： $T_{201} \sim T_{204}$ ；

炉身温度： $T_{301} \sim T_{304}$ ， $T_{401} \sim T_{404}$ ， $T_{501} \sim T_{504}$ ；

炉腹温度： $T_{601} \sim T_{606}$ ；

炉底温度： $T_{701} \sim T_{705}$ ；

热风温度: T_{8010}

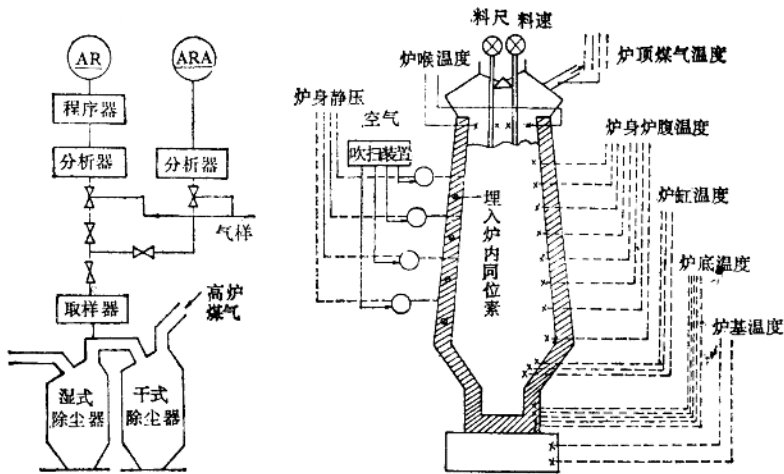


图 1-2 高炉检测参数示意图

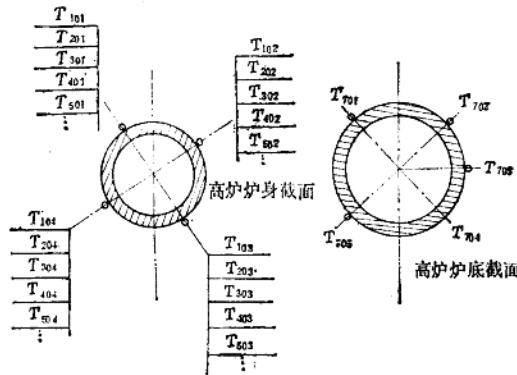


图 1-3 炉体温度检测示意图

1.2.2.2 炉身静压检测

在高炉冶炼过程中, 保证固体炉料均匀而有节奏地下降, 是正常冶炼的重要指标。因此需要对炉身的静压进行测量。炉身静压检测是在炉身的上部、中部和下部安装压力测量仪表, 通过炉身各点压力的变化来判断炉料是否顺利下降, 以及提供崩料和悬料的相对位置。

静压测量点的条件非常恶劣, 处于高温、高粉尘和强振动的条件下。在测量过程中, 取压口经常被粉尘堵塞, 影响正常使用。因此必须采用特殊的吹扫方式来解决。图 1-4 是连续吹扫式炉身静压测量装置结构图。这是一种除尘和冷却兼有的方式, 需要比较多的氮气或压缩空气从测量口喷入。这种吹扫方式的检测口的结构比较简单。当测量口被矿石、焦炭等物料堵塞时, 使管道阻力增加, 测量精度下降。在管道配置和减少阻力等方面要妥善解决好。

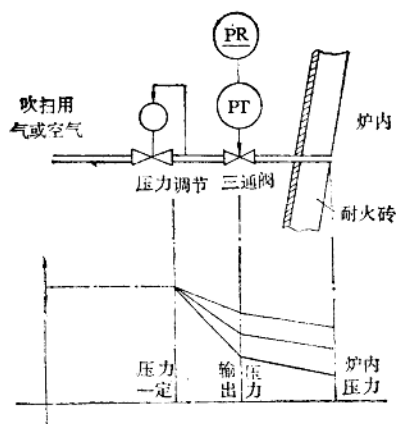


图 1-4 炉身静压测量装置结构图

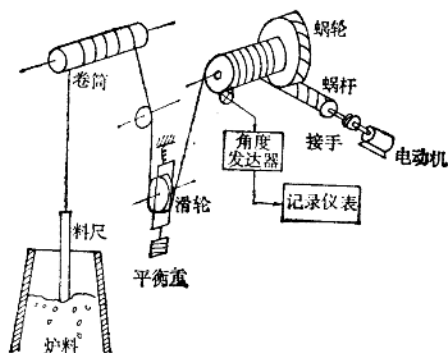


图 1-5 装料深度（料位）测量原理示意图

1.2.2.3 高炉装料深度检测

为了监视高炉内部反应进行状况，判断炉料是否均衡地顺利下降，可以从炉顶插入料尺，对炉料装入线的位置和炉料下降速度进行测量、记录。装料深度测量原理示意图如图 1-5 所示。原料装入后将料尺落下，使料尺与料面垂直。炉料下降时，滑轮随之转动，料尺的重量用平衡重锤来平衡。卷筒的转角用皮带带动自整角机发送器，送到相应的记录仪表中记录。在下次装料前电动机将料尺提起，防止装料时料尺被物料撞坏。

此外还有采用热成像仪、微波料位检测器或放射性料位检测器等设备对炉顶料位进行检测的，不过都处在试验阶段。

1.2.2.4 风口冷却水漏水检测

高炉风口是向高炉喷入热风的入口。通有高压冷却水，用铜铸造而成。长期在高温铁水的烘烤下，送风温度高达 1100℃，因此很容易烧损，使冷却水流入炉内，造成炉温降低，焦比上升，严重时可能导致水蒸汽爆炸，造成铁水外流的重大事故。因而早期发现风口破损是保证安全正常生产所必须的。检测方法有：

（1）监视风口排水温度 风口破损后，炉内高温气体混入冷却水中，使得排水温度上升，因此可用供水温度与排水温度之差来检测风口的破损。

（2）利用冷却水流量差 根据冷却水供水流量与排水流量差来检测风口破损是一种切实可行的方法。常采用双管电磁流量计，它可以检测出微小的漏水量，其检测系统示意图如图 1-6 所示。

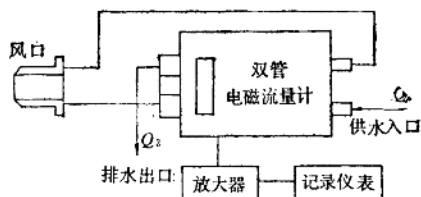


图 1-6 用双管电磁流量计检测高炉风口漏水系统示意图

（3）测量炉顶煤气中含氢量 利用成分分析仪表连续测量煤气中的含氢量可以发现风口漏水。当风口烧损时，风口的冷却水流入炉内，将导致炉气中的氢含量增加。此种方

法适用于风口大量漏水检测。

目前随着高炉的大型化,风口的数目不断增加,而且水流速度和冷却水压力都增大。各种间接方法在使用上受到了限制,采用双管电磁流量计是一种比较好的方法。

1.2.2.5 其它参数检测

由于高炉在高温高压下冶炼,直接掌握炉内状况非常困难。随着对冶炼要求的提高和自动化水平的不断发展,需要了解更多的反映炉内状态的参数。最新技术的发展使诸多参数的检测成为可能,这主要有:

(1) 炉顶煤气分析和温度分布测定 炉顶煤气分析和温度分布测定的目的在于了解高炉在直径方向上气体分布情况,从而判断炉内气体流动状态,以判断生产是否正常。

(2) 耐火砖侵蚀程度的测定 在炉内沿外壳砌有耐火砖,并通有冷却水,耐火砖长时间受炉料侵蚀、磨损和撞击而损坏,此种情况非常危险,必须停炉大修。为此,通常在砌炉时埋入热电偶,对炉砖温度进行监视。热电偶与耐火砖同时被侵蚀,测出热电偶导线长度的变化就能掌握耐火砖的侵蚀情况。导线长度的测量是采用特殊波长的电磁波,从测量端发送进去,测定反射波的反射时间,就可得知耐火砖的侵蚀情况。

1.2.3 炉顶高压操作仪表

为了增加生铁产量,通常提高热风的鼓风压力。稳定炉内反应必须保持炉底到炉顶的压力差。所以对炉顶的煤气压力必须进行控制。

按炉顶压力可分为低压操作(常压操作)、高压操作和超高压操作。低压操作指炉顶压力在0.035MPa以下时,炉顶压力控制不需要任何特殊仪表,只要控制湿式除尘器的水位恒定就行。对于高压和超高压操作要在湿式除尘器的后边的煤气管道上,设置隔离阀或蝶阀阀组,并对其进行适当操作,以控制高炉炉顶压力。

1.2.3.1 炉顶装料均压控制系统

A 料钟式炉顶均压控制

图1-7为炉顶装料均压控制系统图。向炉顶料仓内装入矿石和焦炭时,当打开密封阀和料钟后,原料就落入炉内,炉顶料仓压力与大气相通。对于采用高压操作的高炉,当要想打开密封阀或料钟时,必须使其上下均压,否则无法打开。因此必须对小钟料仓、大钟料仓与炉顶进行均压控制。

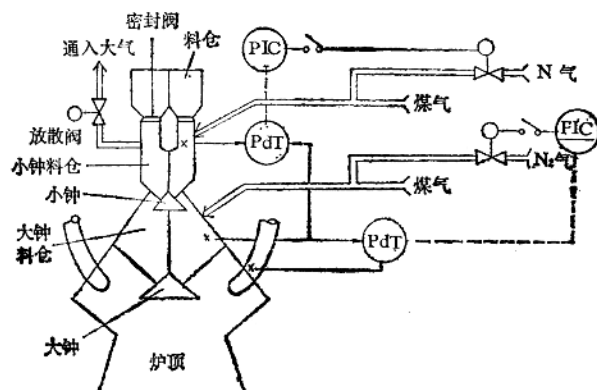


图 1-7 炉顶装料均压控制系统

装料均压控制过程是，首先打开小钟料仓的放散阀，使小钟料仓与大气连通。随后打开密封阀，炉料落入小钟料仓内，接着关闭放散阀，同时对小钟料仓进行充压，使小钟上下压力接近。由差压变送器将差压信号给调节器，调节器控制吹入氮气量的多少，当小钟的上下压差小于规定值时，就可认为均压终了。接着打开小钟，炉料落入大钟料仓，小钟关闭，再通过差压变送器和调节器，控制向大钟料仓充以氮气。当大钟料仓与炉顶压力差小于某一规定值时，均压结束，大钟下降，将炉料装入炉内，大钟关闭。这样就完成一次上料均压控制过程。

B 无料钟炉顶均压控制

无料钟炉顶均压控制系统如图 1-8 所示。无料钟炉顶是一种新型设备，它采用料斗和密封阀代替大钟和小钟，从而使炉顶密封更严，有利于进一步提高炉顶压力。

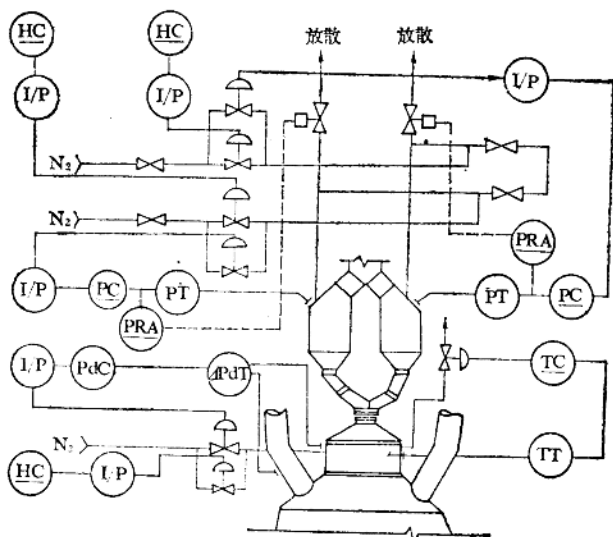


图 1-8 无料钟炉顶均压控制系统

在装料过程中，炉料首先装入料斗，然后由布料装置将炉料装入高炉。在炉料装入料斗后，对料斗均压。利用具有一定压力的氮气或煤气向料斗充填，使料斗压力比炉顶压力略高。为了节省均压耗气量，分两次进行均压。一次均压使用高炉煤气，二次均压使用压力较高的氮气。二次均压在一次均压之后，使密封阀两边的差压小于规定值，它是在一次均压的基础上向料斗充以一定量的氮气。为了保证炉顶料斗能正常工作，在两个料斗均压充氮气的管路上，设置上料斗均压控制系统（如图1-9）。图中还包括有密封室的压力和温度控制系统。

1.2.4 热风炉仪表控制系统

在高炉生产中，提高炉温一般采用向炉内送入热风的方法。热风是用热风炉生产出来的。热风炉通常采用换热方式工作，即先用燃料加热耐火砖，使耐火砖蓄热，而后停止燃烧，送入冷风。冷风在炉内与高温耐火砖进行热交换。一座高炉需要 3~4 座热风炉。蓄热和送风是交替进行的，因此可以向高炉连续不断地输送热风。

为了尽可能地提高热风温度，可采用外燃式热风炉或顶燃式热风炉，它们都比内燃式

热风炉能获得更高的热风温度。但其造价较高，特别是顶燃式热风炉的设备投资更多。

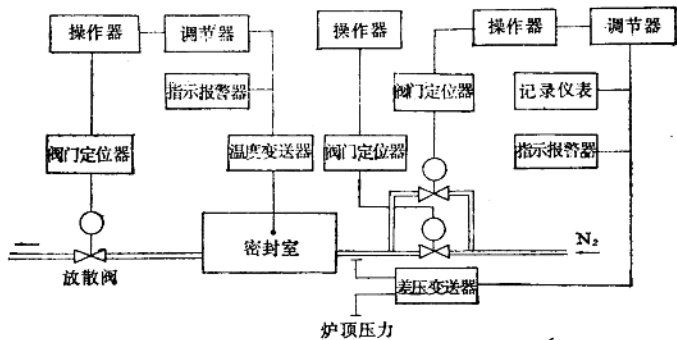


图 1-9 料斗均压控制系统

1.2.4.1 热风温度控制系统

从鼓风机送来的冷风温度为 $150\sim 200^{\circ}\text{C}$ ，通过热风炉后变成 1100°C 左右的热风。一般热风温度的控制方式是在热风炉中送出的热风中混入适当的冷风量，以维持热风温度恒定。通常是以高炉热风环管前的热风温度为给定的送风温度，这种控制方式中，必须使热风炉出口的热风温度始终高于给定的送风温度。

交叉并联送风方式是较好的一种方式，即把出口温度高的热风炉与温度比较低的另一座热风炉进行并联组合送风。它是通过改变低温或高温热风炉的热风风量来调节热风温度的。

图1-10给出了热风温度控制系统图。图中HC是在换炉时对热风温度值进行设定。而TIC是根据设定值与测量值之差来控制混入的冷风量，以维持热风温度恒定不变。

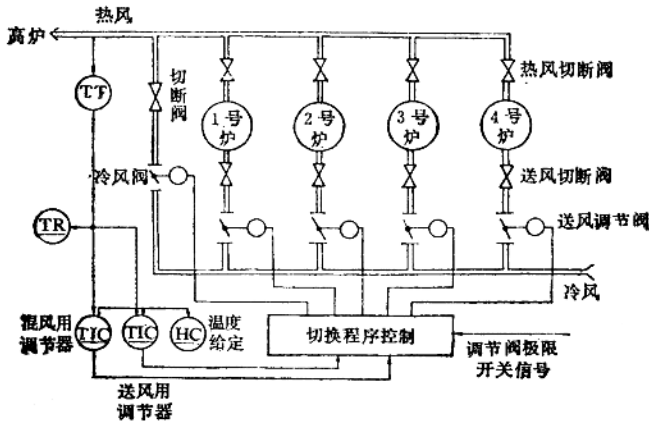


图 1-10 热风温度控制系统

1.2.4.2 热风炉燃烧控制系统

热风炉的主要燃料是高炉煤气和焦炉煤气，通常要进行空燃比控制。为了保护热风炉设备，还必须对热风炉穹顶温度进行控制，给出穹顶温度的上限，根据穹顶温度上限来控制。

制煤气流量和空气流量的比值。

A 穹顶温度控制系统

热风炉的蓄热状态可以用穹顶温度来表示，因此测量炉子穹顶温度就能知道炉子蓄热情况。当穹顶出现特殊高温时，为了保护耐火砖，应进行温度控制。当温度接近目标值时，不是减少煤气流量，而是增加空气流量，使炉顶温度降下来，同时还可以防止由于减少煤气流量所造成的蓄热时间延长和局部加热现象。炉顶温度控制系统如图1-11所示。在蓄热期，空燃比设定器的设定值由高值选择器选择后进行控制，在比值控制点的附近进行比例控制。由图可见，煤气流量测量值一方面作为煤气流量闭环控制系统的测量信号，另

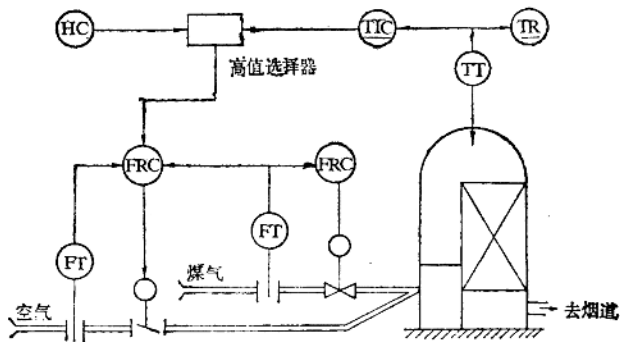


图 1-11 热风炉炉顶温度控制系统

一方面又做为助燃空气的给定值，加到空气流量闭环控制系统中去，使两者的流量之比符合规定的空燃比值。

B 煤气流量控制系统

热风炉的工作状态一般采用定时切换，对于送风结束进行加热的炉子，在下一次送风开始之前最好是蓄热完了，但也不能过早地结束蓄热，这样就会很不经济（加热速度过快，浪费燃料损坏设备）。图1-12为煤气流量控制系统图。当热风炉燃料为混合煤气时，通常采用发热值控制系统，来控制混合煤气的发热值。其流量控制与使用单一煤气时完全相同。

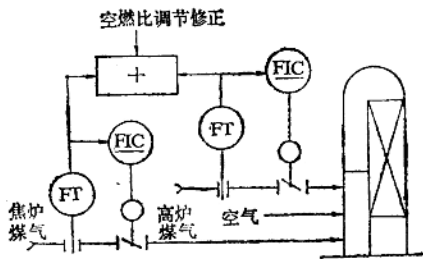


图 1-12 煤气流量控制系统

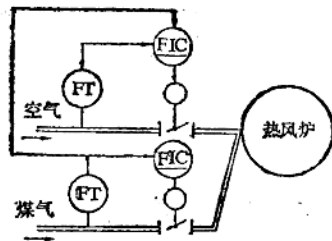


图 1-13 热风炉燃烧用助燃空气流量控制系统

C 助燃空气流量控制系统

为了使燃料完全燃烧,必须对助燃空气流量进行控制。图1-13为由比例调节器组成的控制系统。流量测量方法与煤气相同。

为了提高热风温度和热效率,设置了空气预热器。但此时要注意在测量空气流量时要进行温度补偿。从节能考虑,空气的预热是使用热风炉排出的废气进行加热。

D 燃烧控制系统

热风炉燃烧控制系统如图1-14所示。使用的燃料为高炉煤气和焦炉煤气。设有两个煤气流量控制系统,同时把两个流量测量值送给加法器,然后送入高值选择器。炉顶温度调节器输出的控制信号也送给高值选择器,而高值选择器就选择燃料流量和炉顶温度中较大

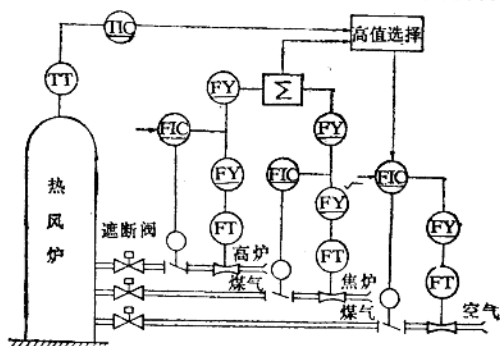


图 1-14 热风炉燃烧控制系统

者进行控制。在加热初期炉顶温度低于给定值,选择器就根据燃料与空气的比值进行控制。当炉顶温度达到给定值后,选择器就选炉顶温度调节器的输出信号进行控制,增加空气的流量,使炉顶温度降低,维持其不超过给定值,并加速了炉子蓄热的进程。

1.2.4.3 热风炉其它参数的检测

A 炉内压力指示报警

在向高炉输送热风之前,向炉内充以比高炉炉压还要高的冷风,此时需要对炉内压力指示报警。目的是要防止在切换时产生倒吹风,并根据此压力信号,决定切换是否能够进行。

B 废气温度检测

废气温度的检测可以做为了解炉子蓄热情况的技术指标。

C 热风出口温度检测。

为了知道热风炉的切换时期,常使用记录仪记录热风炉的热风出口温度。当温度低于送风温度时,自动进行热风炉的切换。

D 热风阀冷却水温度与压力报警

在1200℃左右工作的热风阀,常使用水冷式阀。对冷却水的温度和压力进行指示报警非常重要。

1.3 自动化仪表在转炉炼钢生产过程中的应用

1.3.1 转炉炼钢生产简介

炼钢的方法很多,目前世界上采用的有三种,即转炉炼钢,平炉炼钢和电炉炼钢,其

氧气顶吹转炉炼钢是用铁水直接炼成钢水。它利用氧与铁水中的碳、硅、磷等元素反应时放出的热量进行冶炼，不用从外部供热。氧气顶吹转炉的炉壳是用钢板制成的，里面砌有耐火砖。冶炼时用一支水冷却的氧枪，将压力为 $0.6\sim 1.2\text{MPa}$ ，纯度为99%以上的氧气喷入炉内。氧枪口与金属液面保持一定的距离。

顶吹转炉炼钢过程是先将转炉倾斜，往炉内倒入铁水后装入废钢，转炉摇正后降下氧枪进行吹炼，并加入造渣剂，待磷和碳的含量在钢水中降到一定程度，提起氧枪。倾斜转炉倒渣，然后竖起转炉继续吹炼，当钢水达到终点成分时便可出钢。所以供氧对于保证转炉的正常生产非常重要。供氧设备包括有氧气喷枪，喷枪升降机构和更换装置，以及氧气和冷却水的输送、供应和控制系统。

转炉生产需要多种散状原料，如石灰、萤石、铁矿石和铁皮等用做造渣剂和冷却剂，所以需要有一个完备的上料系统。在氧气顶吹转炉冶炼过程中，从炉口有大量的棕红色浓烟冒出，为了回收可燃气体和含铁很高的灰尘，和净化环境，而设置了烟气回收系统。

氧气转炉炼钢是当前世界上主要炼钢方法,发展很快。所以要测量和控制的参数随着工艺及设备的发展正在不断增加,其自动化程度也较高。

图1-15给出了氧气顶吹转炉炼钢中参数检测与控制系统图。除炉体外,可以分为供氧

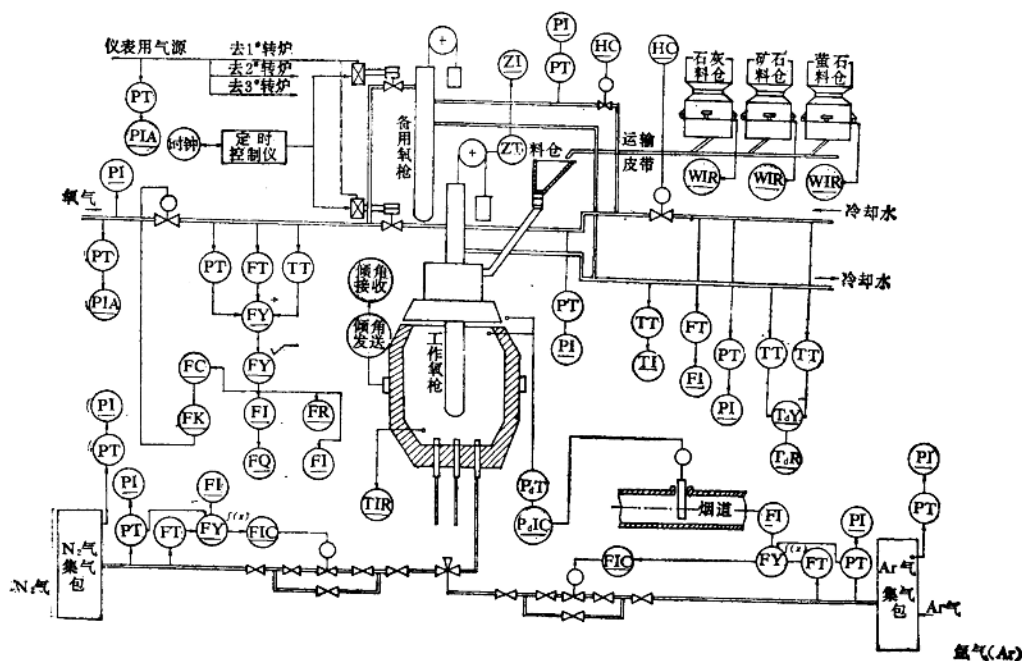


图 1-15 氧气顶吹转炉炼钢参数检测与自动控制系统

系统、烟气除尘系统和原料供应系统等几大部分。

1.3.2.1 供氧系统检测与控制

A 氧气流量控制系统

恒定氧气流量是稳定转炉生产的重要方法, 供氧的数量与吹炼的终点有着直接关系, 因此需要对供氧流量进行精确的测量与控制。

氧气流量是用孔板通过差压变送器进行测量的。由于压力和温度对流量有很大的影响, 为此采用压力和温度的自动补偿。经过补偿以后, 再经开方器, 最后进行累积和记录, 并配合调节器对氧气流量进行控制, 其给定值是根据工艺要求由人工给定的。

B 氧气快速切断

氧气快速切断与氧枪位置自动联锁。当氧枪进入炉口一定深度时, 自动打开氧气切断阀, 在提起氧枪时自动关闭氧气切断阀。要求开关迅速, 关闭严密, 工作可靠。

C 氧枪冷却水

氧枪冷却水的供应是保证氧枪在转炉内高温下工作的重要条件, 通常采用 $1.2\text{MPa} \sim 1.5\text{MPa}$ 压力的高压水。除对进水压力、进出水温差、出水温度检测外, 进出水流量差的检测也非常重要。当进出水温差超过规定值时, 就预示氧枪有烧坏的危险, 应该立即发出报警, 并迅速地自动提起氧枪。出水温度超过 60°C 时, 就有可能引起水冷套结垢。当喷头烧坏漏水或软管损坏时, 都会引起进出水流量不相等, 这时除发出报警信号外, 并进行自动联锁。除自动提升氧枪停止吹炼外, 用电动切断阀迅速关闭冷却水。

D 氧枪高度测量与控制

氧枪高度直接影响炉内造渣、脱炭速度与升温速度。通常是在氧枪的卷扬机上设置一套脉冲发送装置, 用接收装置在操纵室内进行计数, 并在操纵台上用数字显示出氧枪高度。对氧枪提升与下降位置, 氧气切断阀开闭和转炉倾斜位置等操作, 实行联锁与自动控制。

供氧系统自动控制原理图如图1-16所示。

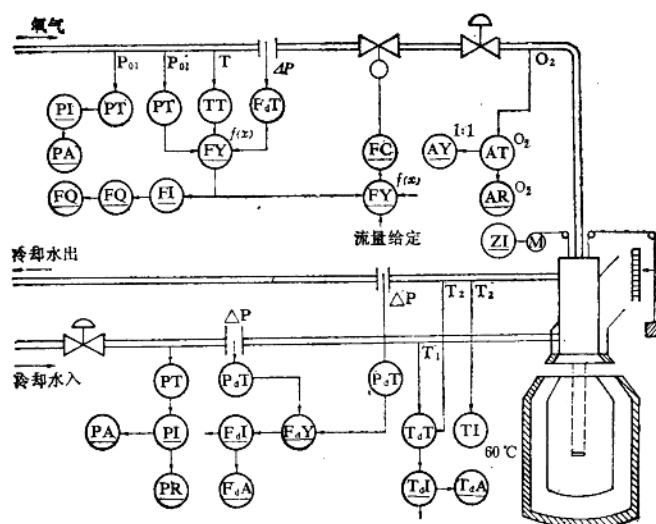


图 1-16 供氧系统自动控制原理图